



DEUTSCHES  
PATENTAMT

①2 **Offenlegungsschrift**  
①1 **DE 3607421 A1**

②1 Aktenzeichen: P 36 07 421.7  
②2 Anmeldetag: 6. 3. 86  
④3 Offenlegungstag: 10. 9. 87

⑤1 Int. Cl. 4:

**F 02 B 25/00**

F 02 B 33/06  
F 02 F 1/16  
F 02 F 1/24  
F 02 B 21/02  
F 02 B 75/32

Beitrag zur Erfindung

DE 3607421 A1

⑦1 Anmelder:

Zott KG, 8851 Mertingen, DE

⑦4 Vertreter:

Grünecker, A., Dipl.-Ing.; Kinkeldey, H., Dipl.-Ing.  
Dr.-Ing.; Stockmair, W., Dipl.-Ing. Dr.-Ing. Ae.E. Cal  
Tech; Schumann, K., Dipl.-Phys. Dr.rer.nat.; Jakob,  
P., Dipl.-Ing.; Bezold, G., Dipl.-Chem. Dr.rer.nat.;  
Meister, W., Dipl.-Ing.; Hilgers, H., Dipl.-Ing.;  
Meyer-Plath, H., Dipl.-Ing. Dr.-Ing.; Kinkeldey, U.,  
Dipl.-Biol. Dr.rer.nat.; Bott-Bodenhausen, M.,  
Dipl.-Phys. Dr.rer.nat., Pat.-Anw., 8000 München

⑦2 Erfinder:

Rest, Günther, 8851 Buttenwiesen, DE

⑤4 Doppeltwirkender Zweitaktverbrennungsmotor

Die Erfindung betrifft einen doppeltwirkenden Zweitakt-Verbrennungsmotor mit wenigstens einem Zylinder und einem Doppelkolben auf einer geradlinig geführten Kolbenstange, mit Auslaßschlitzen im Mittelbereich des Zylinders, mit Einlaßvorrichtungen zu beiden Arbeitsräumen und mit wenigstens einer an die Einlaßvorrichtungen angeschlossenen Ladevorrichtung. Bekannte Verbrennungsmotoren dieser Bauart sind, hinsichtlich der Einlaßsteuerung, aufwendig und arbeiten mit unbefriedigendem Wirkungsgrad und hoher Abgasbelastung. Erfindungsgemäß wird ein kompakter, mit gutem Wirkungsgrad und geringer Abgasbelastung arbeitender Verbrennungsmotor dadurch geschaffen, daß die Kolbenstange durchgehend und mit wenigstens einem Hohlraum ausgebildet und in beiden Zylinderenden geführt ist, und daß zwischen dem Hohlraum der Kolbenstange und der Ladevorrichtung eine erste Strömungsverbindung und zwischen dem Hohlraum und jedem Arbeitsraum abwechselnd offene zweite Strömungsverbindungen vorgesehen sind. Die hohle Kolbenstange übernimmt auf diese Weise die Einlaßsteuerung.

DE 3607421 A1

1. Doppeltwirkender Zweitakt-Verbrennungsmotor mit wenigstens einem Zylinder und einem Doppelkolben auf einer geradlinig geführten Kolbenstange, mit Auslaßschlitzen im Mittelbereich des Zylinders, mit Einlaßvorrichtungen zu den beiden Arbeitsräumen beiderseits des Doppelkolbens, und mit wenigstens einer an die Einlaßvorrichtung angeschlossenen Ladevorrichtung, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Kolbenstange (13) durchgehend und in beiden Zylinderenden geführt ist und daß zwischen dem Hohlraum (23) der Kolbenstange (13) und der Ladevorrichtung (20) eine erste Strömungsverbindung (24) und zwischen dem Hohlraum (23) und jedem Arbeitsraum (11, 12) abwechselnd offene zweite Strömungsverbindungen vorgesehen sind.
2. Doppeltwirkender Zweitakt-Verbrennungsmotor nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Ladevorrichtung (20) permanent mit dem Hohlraum (23) verbunden ist.
3. Doppeltwirkender Zweitakt-Verbrennungsmotor nach den Ansprüchen 1 und 2, dadurch gekennzeichnet, daß die erste und die zweiten Strömungsverbindungen (24) aus einer Vielzahl von in zwei symmetrischen zum Doppelkolben (8) beabstandeten Längsabschnitten (L) der Kolbenstange (13) angeordneten Durchgangsbohrungen oder -schlitzen (15) in der Wand der Kolbenstange (13) bestehen.
4. Doppeltwirkender Zweitakt-Verbrennungsmotor nach wenigstens einem der Ansprüche 1 bis 3, mit einem Motorgehäuse und wenigstens einem Zylinderkopf, dadurch gekennzeichnet, daß der Zylinderkopf durch eine nasse Zylinderlaufbuchse (3) im Motorgehäuse (2) und beidseitig durch Gehäuseendscheiben (4) begrenzt wird, auf denen jeweils ein Zylinderkopf (5, 6) sitzt.
5. Doppeltwirkender Zweitakt-Verbrennungsmotor nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß entweder in die außenliegenden oder in die innenliegenden Enden der Zylinderköpfe (5, 6) Führungs- und Abdichthülsen (16) für die Kolbenstange (13) eingesetzt sind.
6. Doppeltwirkender Zweitakt-Verbrennungsmotor nach den Ansprüchen 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß wenigstens ein Zylinderkopf (6) eine Zwischenspeicherkammer (18) aufweist, die von der Kolbenstange (13) durchsetzt wird und an die Ladevorrichtung (20) angeschlossen ist.
7. Doppeltwirkender Zweitakt-Verbrennungsmotor nach den Ansprüchen 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß im direkt an die Ladevorrichtung (20) angeschlossenen Zylinderkopf (6) ebenfalls eine von der Kolbenstange (13) durchsetzte Zwischenspeicherkammer (17) vorgesehen ist, die über den Hohlraum (23) und die ersten und zweiten Strömungsverbindungen (24) an die Ladevorrichtung (20) angeschlossen ist.
8. Doppeltwirkender Zweitakt-Verbrennungsmotor nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß der Abstand (A) zwischen den Längsabschnitten (L) geringfügig größer als der Kolbenhub zwischen dem oberen und dem unteren Totpunkt (OT, UT) ist, und daß die Länge jedes Längsabschnittes (L) annähernd der Hälfte des Kolbenhubes gleich ist.
9. Doppeltwirkender Zweitakt-Verbrennungsmotor nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß

- der Abstand (A) zwischen den Längsabschnitten (L) annähernd dem Kolbenhub zwischen dem oberen und dem unteren Totpunkt zuzüglich der zweifachen Kompressionsraumtiefe (K) und zuzüglich der Stärke der Gehäuseendscheiben (4) entspricht.
10. Doppeltwirkender Zweitakt-Verbrennungsmotor nach wenigstens einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß jede Durchgangsbohrung (25) — bezogen auf die radiale Richtung zur Achse der Kolbenstange (13) — schräggestellt ist.
11. Doppeltwirkender Zweitakt-Verbrennungsmotor nach wenigstens einem der Ansprüche 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, daß jede Durchgangsbohrung (25) — bezogen auf eine Radialebene um die Achse der Kolbenstange (13) — schräggestellt ist.
12. Doppeltwirkender Zweitakt-Verbrennungsmotor nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, daß jede Durchgangsbohrung (25) vom Hohlraum (23) ausgehend vom Kolben (8) wegstrebend schräg verläuft.
13. Doppeltwirkender Zweitakt-Verbrennungsmotor nach wenigstens einem der Ansprüche 1 bis 12, dadurch gekennzeichnet, daß die Auslaßschlitze (30) beiden Arbeitsräumen (11, 12) gemeinsam zugeordnet und mittels des Kolbens (8) kolbenhubabhängig abwechselnd mit jeweils einem Arbeitsraum (11 oder 12) verbindbar sind.
14. Doppeltwirkender Zweitakt-Verbrennungsmotor nach wenigstens einem der Ansprüche 1 bis 13, dadurch gekennzeichnet, daß die Kolbenhöhe (S) kleiner ist als die in Richtung der Zylinderachse gesehene Erstreckung (H) der Auslaßschlitze (30).
15. Doppeltwirkender Zweitakt-Verbrennungsmotor nach den Ansprüchen 1 bis 14, dadurch gekennzeichnet, daß eine Brennstoff-Zuführvorrichtung (28, 28a) zum Verbrennungsgasweg oder in jedem Arbeitsraum (11, 12) vorgesehen ist.
16. Doppeltwirkender Zweitakt-Verbrennungsmotor nach wenigstens einem der Ansprüche 1 bis 15, dadurch gekennzeichnet, daß in jedem Arbeitsraum (11, 12) eine Zündvorrichtung (26, 27) oder/und wenigstens eine Brennstoff-Einspritzdüse (28a) vorgesehen ist (sind).
17. Doppeltwirkender Zweitakt-Verbrennungsmotor nach wenigstens einem der Ansprüche 1 bis 16, dadurch gekennzeichnet, daß eine Druckregleinrichtung (22) für den Ladedruck vorgesehen ist.
18. Doppeltwirkender Zweitakt-Verbrennungsmotor nach wenigstens einem der Ansprüche 1 bis 17, dadurch gekennzeichnet, daß an einem Speicherraum (20a) der Ladevorrichtung ein Gebläse (21) (Abgasturbolader) oder eine Druckquelle angeschlossen ist.
19. Doppeltwirkender Zweitakt-Verbrennungsmotor nach wenigstens einem der Ansprüche 1 bis 18, dadurch gekennzeichnet, daß an einem Ende (15) oder an beiden Enden (15, 14) der Kolbenstange (13) ein Getriebe (31) angeschlossen ist, mit dem die hin- und hergehende Kolbenstangenbewegung in eine Drehbewegung einer Abtriebswelle (32) umgesetzt wird.
20. Doppeltwirkender Zweitakt-Verbrennungsmotor nach einem der Ansprüche 1 bis 19, dadurch gekennzeichnet, daß im Getriebe (31) ein ebener Zahnträger (38) mit einer ovalen Innenverzahnung vorgesehen ist, die aus zwei zueinander parallelen, beabstandeten und ein Ritzel (42) zwischen sich aufnehmenden Zahnstangenabschnitten (45, 46)

und aus zwei die Zahnstangenabschnitte (45, 46) an ihren Enden verbindenden Zahnbögen (47) zusammengesetzt ist, daß der Zahnträger (38) mit der Kolbenstange (13) über eine Kupplung (37) parallel zur Ebene des Zahnträgers versetzbar verbunden ist, und daß der Zahnträger zwischen senkrecht zu seiner Ebene wirksamen Führungseinrichtungen (44) liegt, von denen abwechselnd jeweils eine den Zahnträger (38) mit einem Zahnstangenabschnitt (46, 47) in Eingriff mit dem Ritzel (42) verschiebbar abstützt.

### Beschreibung

Die Erfindung betrifft einen doppelwirkenden Zweitakt-Verbrennungskraftmotor gemäß dem Gattungsbegriff des Patentanspruchs 1.

Aus dem Taschenbuch "Hütte", 28. neubearb. Auflage, 1954, Seite 771, Bild 68, ist ein doppelwirkender Zweitaktmotor bekannt, bei dem für jeden Arbeitsraum Auslaßschlitze und benachbart zu diesen Einlaß- bzw. Spülschlitze in der Zylinderwand vorgesehen sind. Die Einlaß- bzw. Spülschlitze jedes Arbeitsraumes sind an eine Ladevorrichtung angeschlossen und werden wechselweise und durch Nachladeschieber gesteuert mit Frischgas bzw. einem zündfähigen Gemisch versorgt, das den Arbeitsraum spült und befüllt. Der Kolben deckt während der Spülung des einen Arbeitsraumes die Auslaß- und die Einlaß- und Spülschlitze des anderen Arbeitsraumes ab. Der Aufbau des bekannten Verbrennungsmotors ist wegen der Steuerung der Ladeströmung aufwendig. Der Wirkungsgrad des bekannten Verbrennungskraftmotors ist unbefriedigend; die Abgase enthalten hohe Schadstoffmengen.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, einen Verbrennungskraftmotor der eingangs genannten Art zu schaffen, der sich durch einen einfachen Aufbau, einen günstigen Wirkungsgrad und eine geringe Schadstoffbelastung der Abgase auszeichnet.

Die gestellte Aufgabe wird erfindungsgemäß durch die im kennzeichnenden Teil des Patentanspruchs 1 angegebenen Merkmale gelöst.

Bei dieser Ausbildung ergibt sich ein sehr einfacher Aufbau des Verbrennungsmotors, weil die Kolbenstange selbsttätig und unmittelbar für die Zuführung des Verbrennungsgases bzw. des zündfähigen Gemisches sorgt, und bei ihrer Bewegung automatisch die Einlaßsteuerung übernimmt. Zusätzliche Steuerorgane sowie deren Steuerung entfallen. Es läßt sich mit dieser Ausbildung eine sehr wirksame Füllung und Spülung der Arbeitsräume bewirken, z. B. Spülung über mehr als den gesamten Kolbenhub, was dem Gesamtwirkungsgrad des Verbrennungsmotors zugutekommt und für eine geringe Schadstoffbelastung der Abgase sorgt. Der Verbrennungsmotor besitzt einen Zylinder und einen Kolben und leistet bei jedem Kolbenhub einen Arbeitstakt; er ist sozusagen ein idealer "Eintakter".

Es ist zwar aus "Hütte", Seite 680, bei Dampfmaschinen mit Schlitzsteuerung bekannt, die Kolbenstange des doppelseitig beaufschlagbaren Kolbens durchgehend auszubilden und in beiden Zylinderköpfen zu führen, jedoch hat die Kolbenstange ausschließlich die Aufgabe, den Kolben zu tragen und die Kolbenbewegung auf einen mit einer Pleuellwelle gekoppelten Pleuellkopf zu übertragen. Für die Einlaßsteuerung sind Elemente verantwortlich, die von der Kolbenstange getrennt sind.

Eine weitere, vorteilhafte Ausführungsform geht aus Anspruch 2 hervor. Die permanent offene Strömungs-

verbindung zwischen der Ladevorrichtung und dem Hohlraum der Kolbenstange stellt sicher, daß die Füllung bzw. Spülung jedes Arbeitsraumes unverzüglich und ohne Unterbrechung abläuft, sobald die zweite Strömungsverbindung zu diesem Arbeitsraum offen ist.

Eine weitere, zweckmäßige Ausführungsform zeichnet sich durch die Merkmale von Anspruch 3 aus. Über die Durchgangsbohrungen bzw. -schlitze in der hohl ausgebildeten Kolbenstange strömt das Verbrennungsgas bzw. das zündfähige Gemisch von der Ladevorrichtung in den Hohlraum, der ständig mit der Ladevorrichtung in Verbindung steht. Dadurch herrscht im Hohlraum ständig der Ladedruck und werden die Arbeitsräume sehr wirksam gespült und gefüllt, und zwar wird jeweils ein Arbeitsraum gespült, während der Kolben im anderen Arbeitsraum komprimiert, und auch noch während des anschließenden Arbeitstaktes, bis schließlich die Durchgangsbohrungen oder -schlitze durch das Zurückbewegen der Kolbenstange selbsttätig aus dem soeben gefüllten Arbeitsraum herausbewegt und die zweite Strömungsverbindung zu diesem Arbeitsraum wieder unterbrochen wird. Wichtig ist, daß sich die Durchgangsbohrungen oder -schlitze mit der Kolbenstange durch den Arbeitsraum bewegen, so daß eine wandernde und wachsende Verbrennungsgas-Säule im Arbeitsraum entsteht, die den Sog im expandierten Gas nach der Verbrennung unterstützt und später dem zurückkommenden Kolben entgegenwirkt, um jegliche Abgasreste zu entfernen.

Eine weitere, zweckmäßige Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Verbrennungskraftmotors mit einem Motorgehäuse und wenigstens einem Zylinderkopf geht weiterhin aus Anspruch 4 hervor. Damit wird ein einfacher und kompakter Aufbau sowie eine einwandfreie Lagesicherung der Zylinderlaufbuchse erreicht.

Zweckmäßig sind ferner die Merkmale von Anspruch 5, weil die Kolbenstange auf diese Weise sauber und lange geführt wird, so daß sichergestellt ist, daß der Kolben die Zylinderwandung nicht berührt, sondern nur die Pleuellringe, für die wegen der einwandfreien Führung des Pleuells geringe Anlagedrucke für eine zuverlässige Funktion ausreichen. Die weit außenliegenden Führungs- und Abdichthülsen sind thermisch wünschenswert gering belastet. Innenliegende Führungshülsen führen zu einer kompakteren Bauweise. Die Zwischenspeicherkammer liegt dann außenseitig. In sie taucht das Pleuellstangenende verdrängend ein, ohne nach außen zu treten, wodurch hier eine spezielle Abdeckung entfällt.

Eine weitere, vorteilhafte Ausführungsform geht aus Anspruch 6 hervor. Die Zwischenspeicherkammer speichert ein bestimmtes Volumen des Verbrennungsgases bzw. des zündfähigen Gemisches, so daß die Füllung bzw. Spülung des Arbeitsraumes zügig und ohne die Gefahr einer Unterdruckbildung erfolgt. Die Zwischenspeicherkammer wirkt dämpfend auf Druckschwankungen beim jeweiligen Beginn und Ende eines Pleuellvorganges ein. Die Zwischenspeicherkammer hat ferner den Vorteil, daß in ihr je eine große Anzahl der Durchgangsbohrungen gleichzeitig mit dem Verbrennungsgas bzw. dem zündfähigen Gemisch durchströmt wird, so daß ein großer Gesamtdurchsatz erreicht wird.

Eine weitere, vorteilhafte Ausführungsform geht aus Anspruch 7 hervor. Die zweite Zwischenspeicherkammer wirkt in gleicher Weise beruhigend auf die Strömung ein wie die erste Zwischenspeicherkammer, und stellt ein unmittelbar zur Füllung bzw. Spülung benutzbares Volumen zur Verfügung. Denkbar wäre, die zwei-

te Zwischenspeicherkammer separat an die Ladevorrichtung anzuschließen, so daß die zweite Zwischenspeicherkammer nicht durch den Hohlraum der Kolbenstange hindurch gefüllt zu werden bräuchte, sondern die gleichen Strömungs- und Füllungsverhältnisse erreicht werden, wie an der anderen Seite des Verbrennungsmotors bei der ersten Zwischenspeicherkammer. Allerdings hat die Verwendung des Hohlraumes der Kolbenstange zur Strömungsführung den Vorteil, daß das Verbrennungsgas bzw. das zündfähige Gemisch in wünschenswerter Weise vorgewärmt oder aufgeheizt werden kann, was dem thermischen Wirkungsgrad des Verbrennungsmotors zugutekommt und gleichzeitig auch einen Beitrag zur Wärmeabführung vom Kolben leistet.

Eine weitere, wichtige Maßnahme geht aus Anspruch 8 hervor. Aufgrund dieser Bemessung wird bei jeder Arbeitskammer eine verhältnismäßig lange Zeitdauer erreicht, über die die Füllung bzw. Spülung erfolgt, wodurch jeder Arbeitsraum zuverlässig frei von Abgasen wird. Es ist sogar möglich, den Arbeitsraum mit einem Überschuß an frischem Verbrennungsgas zu spülen, um jegliche Abgasrückstände auszuschieben. Der Brennstoff wird dann der Füllung erst zugesetzt, wenn die Auslaßschlitze aus diesem gefüllten Arbeitsraum wieder verschlossen sind, so daß kein Brennstoff vergeudet wird.

Den tatsächlichen Abmessungen wird noch genauer gemäß Anspruch 9 Rechnung getragen, wobei der Abstand zwischen den Längsabschnitten hier auch die Kompressionsraumtiefe und die Stärke der Gehäuseend-scheiben berücksichtigt.

Ein weiteres, zweckmäßiges Merkmal geht aus Anspruch 10 hervor. Diese Anstellung jeder Durchgangsbohrung führt insgesamt zu einem Dralleffekt, der die Füllung, bzw. Spülung des Arbeitsraumes unterstützt. Additiv oder alternativ ist auch eine Anstellung der Durchgangsbohrungen zweckmäßig, wie sie aus Anspruch 11 hervorgeht.

In der Praxis hat es sich als besonders zweckmäßig erwiesen, die Durchgangsbohrungen gemäß Anspruch 12 anzustellen, damit eine in Richtung auf die Auslaßschlitze verlaufende Zwangsströmung für die Spülung des Arbeitsraumes eintritt. Die Durchgangsbohrungen können im übrigen auch schlitzförmig oder düsenförmig ausgebildet sein, um eine spezielle Spülwirkung und Zwangsströmung im zu reinigenden Arbeitsraum zu erzeugen. Darüber hinaus können die Durchgangsbohrungen auch untereinander verschieden groß ausgebildet oder relativ zur Achse der Kolbenstange und zueinander verschieden eingestellt sein, um bewußt Turbulenzen für das Spülen und Füllen zu erzeugen.

Zweckmäßig ist ferner die Ausführungsform von Anspruch 13, weil dies die Herstellung der Zylinderlaufbuchse und auch des Motorgehäuses vereinfacht, da für beide Arbeitsräume nur eine Auslaßschlitz-Anordnung gebraucht wird. Der Kolben sorgt selbst für die Verbindung des jeweils zu entlastenden Arbeitsraumes mit den Auslaßschlitzen.

Zweckmäßig ist dabei auch das Merkmal von Anspruch 14, weil bei dieser geringen Kolbenhöhe erreicht wird, daß die Kompression in jedem Arbeitsraum erst dann beginnt, wenn der Arbeitsraum von Abgasen weitgehend gereinigt ist. Zusätzlich hat diese Maßnahme den Vorteil, daß der Kolben bei der an den Arbeitstakt anschließenden Kompressionsbewegung nicht ruckartig verzögert wird, weil die Auslaßschlitze aus dem Arbeitsraum, in dem komprimiert werden soll, noch offen sind, während die Auslaßschlitze aus dem Arbeitsraum,

in dem gerade ein Arbeitstakt abließ, bereits offen sind.

Ein weiterer, wichtiger Gesichtspunkt ist in Anspruch 15 enthalten. Brennstoff kann je nach dem Einsatzzweck und dem Betriebsverfahren des Motors (Benzin-, Gas-, Feststoff- oder Diesel-Betrieb) ins Verbrennungsgas vor dem Eintritt in den Hohlraum der Kolbenstange oder, was in der Regel zweckmäßiger ist, erst unmittelbar im Arbeitsraum zugeführt werden. Speziell beim Zuführen unmittelbar in den Arbeitsraum (Direkteinspritzung oder Vorkammereinspritzung) wird jegliche Brennstoffvergeudung vermieden.

Zweckmäßig ist ferner die Ausbildungsform von Anspruch 16, weil auf diese Weise die Energie des Brennstoffes sehr wirkungsvoll ausgenutzt werden kann. Speziell für den Dieselmotorbetrieb hat die Zündvorrichtung in jedem Arbeitsraum nur die Funktion einer Starthilfe, während bei laufendem Verbrennungskraftmotor der Diesel selbst zündet. Mit der Brennstoffeinspritzdüse läßt sich durch die Dosierung der Brennstoffmenge die abgegebene Leistung des Motors und auch die Frequenz der Kolbenhübe steuern.

Auf das Betriebsverhalten und die Leistungsabgabe kann auch mit den Maßnahmen gemäß Anspruch 17 zusätzlich eingewirkt werden.

Besonders zweckmäßig ist auch die Ausgestaltung von Anspruch 18, weil der Abgasturbolader oder eine Druckquelle den Verbrennungsmotor von Fremdenergie unabhängig machen.

Wichtig ist auch das Merkmal von Anspruch 19, weil damit an jedem Ende der Kolbenstange nur ein Teil der vom Motor insgesamt abgegebenen Leistung abgegriffen werden kann, was beispielsweise in Fahrzeugen zweckmäßig ist, um Zusatzeinrichtungen, wie einen Kompressor, eine Kälteanlage, einen Stromerzeuger od. dgl. unabhängig vom Primärabtrieb anzutreiben.

Von besonderer Bedeutung ist die Ausführungsform gemäß Anspruch 20, weil aus dem Verbrennungsmotor und dem Getriebe eine kompakte Antriebseinheit gebildet ist, in der der einfache und mit verbessertem Wirkungsgrad arbeitende Verbrennungsmotor mit dem einfachen und eine Kurbelwelle mit ihren Nachteilen vermeidenden Getriebe zusammenarbeitet. In diesem Getriebe läßt sich die Arbeitsgeschwindigkeit des Kolbens in wünschenswerter Weise über- bzw. untersetzen, d. h. daß die Abtriebswelle bei einem Kolbenhub weniger oder mehr als eine Umdrehung ausführt. Die Form des Zahnträgers und seine Zusammenarbeit mit dem Ritzel stellt eine kontinuierliche formschlüssige Arbeitsverbindung vom Kolben des Verbrennungsmotors zur Abtriebswelle her, welche Abtriebsverbindung einfach, robust und wirkungsvoll ist. Es resultieren aus dieser Ausbildung nur geringe bewegte Massen, einfache Lagerungen, leicht-beherrschbare Schwingungsverhältnisse, einfache Schmierungs- und Wartungsvoraussetzungen, günstige thermische Bedingungen und ein leises Laufgeräusch. Es ist dies ein fertigungstechnisch leicht zu beherrschendes Antriebsprinzip, das für viele Anwendungszwecke geeignet ist, ohne nennenswerter Modifikationen zu bedürfen.

Der gute thermische Wirkungsgrad des Verbrennungskraftmotors resultiert u. a. aus der Tatsache, daß in jedem Arbeitsraum eine nahezu ideale Kompression mit nur vernachlässigbaren Leckverlusten abläuft, weil leckverlustbehaftete Zuführvorrichtungen für das Verbrennungsgas fehlen und der Arbeitsraum ab einer vorbestimmten Kolbenposition hermetisch abgeschlossen ist. Der Bereich, in dem die Kolbenstange den Zylinderkopf bzw. die Gehäuseend-scheibe durchdringt, läßt sich

mit technisch geringem Aufwand einwandfrei abdichten.

Anhand der Zeichnungen wird nachstehend eine Ausführungsform des Erfindungsgegenstandes erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 einen Längsschnitt durch einen doppeltwirkenden Zweitakt-Verbrennungsmotor,

Fig. 2 einen Querschnitt in der Ebene II-II in Fig. 1,

Fig. 3, 4, 5 Schnittdarstellungen durch ein mit dem Verbrennungsmotor verbundenes Getriebe.

Ein doppeltwirkender Zweitakt-Verbrennungsmotor 1, der hier als Einzylindereinheit dargestellt ist, besitzt ein Motorgehäuse 2, in das eine nasse Zylinderlaufbuchse 3 eingesetzt ist, die an beiden Enden durch Gehäuseendscheiben 4 abgeschlossen und lagegesichert wird. Auf den Gehäuseendscheiben 4 sitzen an beiden Enden des Zylinders Zylinderköpfe 5 und 6, die durch Spannschrauben 7 im Motorgehäuse 2 befestigt sind. Die Gehäuseendscheiben 4 und die Zylinderköpfe 5 und 6 weisen Durchgangsbohrungen für einen Kolben 8 mit zwei gegenüberliegenden Kolbenflächen 9, 10 tragende Kolbenstange 13 auf, deren Enden 14 und 15 außerhalb des Verbrennungsmotors 1 liegen.

Der doppelseitig beaufschlagbare Kolben 8 teilt den Zylinder in zwei getrennte Arbeitsräume 11, 12. Der obere und der untere Totpunkt *OT*, *UT* des Kolbens 8 sind strichliert angedeutet. Von *OT*, *UT* bis zur angrenzenden Seite der Gehäuseendscheiben 4 erstrecken sich die eigentlichen Kompressionsräume *K*.

In die außenliegenden Enden der Zylinderköpfe 5 und 6 sind Führungs- und Abdichthülsen 16 eingeschraubt, in denen die Endbereiche der Kolbenstange 13 gleitend und abgedichtet geführt sind. Im Zylinderkopf 5 ist eine von der Kolbenstange 13 durchsetzte Zwischenspeicherkammer 17 vorgesehen, während im Zylinderkopf 6 eine ähnliche Zwischenspeicherkammer 18 ausgebildet ist, die durch einen Kanal 19 mit einer Ladevorrichtung 20 in Strömungsverbindung steht, die einen Speicher- raum 20a und gegebenenfalls eine Druckquelle oder ein Gebläse 21 besitzt. Das Gebläse 21 könnte auch ein Turbolader sein, der durch die Abgase des Verbrennungsmotors 1 betrieben wird. Im Speicherraum 20a wird unter Druck stehendes Verbrennungsgas bereitgestellt. Eine Druckregeleinrichtung 22, z. B. ein Druckreduzierventil, ist vor der Zwischenspeicherkammer 18 angeordnet.

Die Kolbenstange 13 ist über einen wesentlichen Teil ihrer Längserstreckung hohl ausgebildet (Hohlraum 23). Ferner besitzt die Kolbenstange 13 in zwei symmetrisch zum Kolben 8 beabstandeten Längsbereichen *L* Strömungsverbindungen 24, die zur Verbindung des Hohlraumes 23 mit dem jeweiligen Arbeitsraum 11 oder 12 bestimmt sind, und, da sie sich über die gesamte Länge jedes Längsabschnittes *L* erstrecken, auch eine Verbindung zwischen jeder Zwischenspeicherkammer 17 und 18 und dem zugeordneten Arbeitsraum 11 oder 12 herstellen, wenn der Kolben aus der in Fig. 1 gezeigten Mittellage verschoben ist. Der zwischen den Längsabschnitt *L* vorliegende Zwischenabstand *A* entspricht dem Kolbenhub zwischen dem oberen und dem unteren Totpunkt *OT*, *UT* zuzüglich der zweifachen Kompressionsraumtiefe *K* und zuzüglich der zweifachen Dicke jeder Gehäuseendscheibe 4. Die Länge jedes Längsabschnittes *L* ist größer als die Hälfte des Kolbenhubes zwischen dem oberen und dem unteren Totpunkt *OT*, *UT*.

Die Strömungsverbindungen 24 bestehen aus einer Vielzahl über den Längsabschnitt *L* verteilter Durch-

gangsbohrungen 25 in der Wand der Kolbenstange 13, wobei jede Durchgangsbohrung 25 schräg gegenüber der Achse der Kolbenstange 13 liegt. Im dargestellten Ausführungsbeispiel verlaufen die Durchgangsbohrungen 25 vom Hohlraum 23 ausgehend schräg vom Kolben 8 weggeneigt. Mit dieser Schrägstellung wird eine Zwangsströmung des aus dem Hohlraum 23 in jeden Arbeitsraum 11 oder 12 einströmenden Gases angestrebt, die der Spülung der Arbeitsräume zugutekommen soll. Die Durchgangsbohrungen 25 könnten auch in der entgegengesetzten Richtung schräg angestellt sein und zusätzlich dazu noch abweichend von der radialen Richtung bezüglich der Achse der Kolbenstange 13 schräggestellt liegen, so daß die aus den Durchgangsbohrungen 25 in jedem Arbeitsraum austretenden Gasstrahlen eine Drallwirkung erzeugen.

In den Gehäuseendscheiben 4 sind Zündvorrichtungen 26, 27 befestigt, die bei Betreiben des Verbrennungsmotors 1 als Dieselmotor, z. B. durch Dieseleinspritzdüsen ersetzt sind.

Wird der Verbrennungsmotor 1 mit Benzin, Gas oder einem anderen, nicht selbstentzündenden Brennstoff betrieben, so kann dieser entweder in den Speicherraum 20a oder in den Kanal 19 oder in eine oder beide Zwischenspeicherkammern 18 eingebracht werden. Besonders zweckmäßig ist es, Brennstoffzufuhreinrichtungen 28a in den Gehäuseendscheiben 4 direkt an jedem Arbeitsraum 11, 12 vorzusehen.

Wie die Fig. 1 und 2 im Detail hervorheben, ist in einem Mittelabschnitt des Zylinders die Auslaßvorrichtung für beide Arbeitsräume 11, 12 vorgesehen, die aus drei in Umfangsrichtung verteilten Auslaßkanälen 29 im Motorgehäuse 2 sowie aus einer Vielzahl über den Umfang der Zylinderlaufbuchse 3 verteilter Auslaßschlitze 30 besteht. Die in Zylinderlängsrichtung gesehene Breite *H* der Auslaßschlitze 30 ist größer als die Kolbenhöhe *S*, so daß in der gezeigten Mittelstellung des Kolbens 8 beide Arbeitsräume 11, 12 nach außen offen sind, während in dieser Mittelstellung der Hohlraum 23 der Kolbenstange 13 mit keinem Arbeitsraum 11, 12, eine Strömungsverbindung hat. Die Auslaßschlitze 30 sind am Außenumfang der Zylinderlaufbuchse 3 durch eine umlaufende Ringnut 35 miteinander in Strömungsverbindung.

Der Kolben 8 besitzt mehrere Kolbenringe 34, die wegen der sauberen Führung des Kolbens 8 dank der in den Hülsen 16 laufenden Kolbenstange 13 mit geringem Anpreßdruck an der Zylinderwand anliegen.

Bei der vorliegenden Ausführungsform ist das Ende 15 der Kolbenstange 13 mit einem strichliert angedeuteten Getriebe 31 gekoppelt, der beispielsweise die hin- und hergehende Bewegung der Kolbenstange 13 in eine Drehbewegung einer Abtriebswelle 32 umsetzt. Auf der Abtriebswelle 32 ist eine Schwungmasse 33 angeordnet.

Auch das andere Ende der Kolbenstange 13 könnte ein Arbeitselement, z.B. einen Kolben, antreiben, der als Sekundärabtrieb benutzt wird, z. B. zum Antrieb eines Kompressors, einer Kälteanlage od. dgl.

Der Verbrennungsmotor 1 arbeitet wie folgt:

Vorausgesetzt, daß im Arbeitsraum 11 gerade die Expansion nach einer Zündung stattgefunden hat, d. h., daß ein Arbeitstakt geleistet wurde, ist der Kolben 8 im Begriff, bei seiner Hubbewegung, in Fig. 1 nach unten, die Auslaßschlitze 30 zum Arbeitsraum 11 zu öffnen, so daß die Abgase auszuströmen beginnen. Die Schwungmasse 33 und die beim Arbeitstakt auf den Kolben 8 aufgebrauchte Beschleunigung bewegen den Kolben 8 weiter nach unten in Richtung auf seinen unteren Tot-

punkt zu. Die Auslaßschlitze 30 werden zum Arbeitsraum 11 vollständig freigegeben und gleichzeitig treten auch die Durchgangsbohrungen 25 in den Arbeitsraum 11 ein, so daß unter Druck in der Zwischenspeicherkammer 17 und im Hohlraum 23 der Kolbenstange 13 enthaltenes Frischgas in den Arbeitsraum 11 einzutreten beginnt und eine Zwangsspülströmung für die Abgase erzeugt, mit der diese ausgeschoben werden. Sobald der Kolben 8 die Auslaßschlitze 30 nach unten überfährt, ist der untere Arbeitsraum 12 hermetisch abgedichtet, da auch die unteren Durchgangsbohrungen 25 nicht mehr mit dem Arbeitsraum in Verbindung stehen. Der Kolben 8 komprimiert im unteren Arbeitsraum 12, bis er schließlich seinen unteren Totpunkt erreicht. Mit der Brennstoffzufuhrvorrichtung 28a wird während der Kompression Brennstoff zugeführt, bis schließlich, z. B. bei oder nahe beim unteren Totpunkt, die Zündung mittels der Zündvorrichtung 27 erfolgt. Währenddessen wurde der Arbeitsraum 11 gespült. Bei der darauffolgenden Expansion im Arbeitsraum 12 wird der Kolben 8 nach oben bewegt, wobei über die Kolbenstange 13 und das Getriebe 31 ein weiterer Arbeitstakt geleistet wird. Bei der Bewegung des Kolbens 8 nach oben wird aus dem Arbeitsraum 11 weiterhin Abgas durch die Auslaßschlitze 30 nach außen ausgeschoben, gegebenenfalls schon vermisch mit überschüssig zugeführtem Verbrennungsgas, so daß eine einwandfreie Reinigung des Arbeitsraumes 11 von Abgasen gewährleistet ist. Sobald der Kolben 8 die Auslaßschlitze 30 überfährt, wird der Arbeitsraum 11 wieder hermetisch abgeschlossen, weil auch die oberen Durchgangsbohrungen 25 die Strömungsverbindung zwischen dem Hohlraum 23, der Zwischenspeicherkammer 17 und dem Arbeitsraum 11 unterbrechen. Durch die Brennstoffzufuhrvorrichtung 28a wird Brennstoff eingeführt und schließlich beim oder nahe beim oberen Totpunkt des Kolbens 8, diesmal mit der Zündvorrichtung 26, gezündet. Zuvor hat der Kolben 8 die Auslaßschlitze 30 zum Arbeitsraum 12 freigegeben, so daß aus diesem die Abgase ausströmen und zusätzlich durch die zwischenzeitlich den Hohlraum 23 und die Zwischenspeicherkammer 18 mit dem Arbeitsraum 12 verbindenden Durchgangsbohrungen 25 Frischgas einströmt, das zusätzlich für das Spülen des Arbeitsraumes 12 sorgt. Die Spülung erfolgt über mehr als die Kolbenhublänge und zwar um die Länge der Auslaßschlitze. Die Füllung erfolgt über die ganze Kolbenhublänge.

Sobald am oberen Totpunkt gezündet wurde, wird ein neuerlicher Arbeitstakt ausgeführt, bis der Kolben 8 wieder die in Fig. 1 angedeutet Mittelstellung erreicht, ab der wiederum die vorerwähnten Vorgänge ablaufen.

Wird der Verbrennungskraftmotor 1 mit einem selbstzündenden Brennstoff betrieben, so sind die Zündvorrichtungen 26, 27 nicht notwendig oder nur zum Starten vorgesehen. Der selbstzündende Brennstoff wird entweder direkt in die Arbeitsräume 11, 12 eingebracht oder auch über den Speicherraum 20a, den Verbindungskanal 19 oder auch über die Zwischenspeicherräume 17, 18.

Wird der Verbrennungskraftmotor 1 mit nicht selbstzündendem Brennstoff betrieben, so wird dieser zweckmäßigerweise durch die Brennstoffzufuhrvorrichtungen 28a oder 28 eingebracht.

Die Strömung im Hohlraum 23 der Kolbenstange 13 und auch in den Zwischenspeicherkammern 17 und 18 unterstützt die Wärmeabfuhr aus dem Inneren des Motors. Verbunden ist damit der Vorteil, daß das Verbrennungsgas in den Zwischenspeicherkammern 17 und 18

und im Hohlraum 23 wünschenswert aufgewärmt wird, was dem thermischen Wirkungsgrad des Motors zugutekommt.

Die Führungs- und Abdichthülsen 16 können mit einer selbstschmierenden Beschichtung versehen sein oder auf herkömmliche Weise mit Drucköl geschmiert werden. Denkbar ist z. B. eine Ausbildung der Hülsen 16 aus einem Sinterwerkstoff mit eingesinterten Schmierlamellen. Da eine verhältnismäßig große Führungsfläche für die Kolbenstange 13 gegeben ist, und da in den Gehäuseendscheiben 4 eine reibungsarme und wirksame Dichtung untergebracht werden kann und weil die Kolbenringe 34 mit geringem Anpreßdruck und sauberer Führung widerstandsarm laufen, wird eine leichtgängige Kolbenbewegung und nur ein minimaler Leckverlust in jedem Arbeitsraum 11 oder 12 erreicht.

Sofern der Brennstoff durch die Brennstoffzufuhrvorrichtung 28a unmittelbar in die Arbeitsräume 11, 12 eingebracht wird, läßt sich mit der Dosierung des Brennstoffes die Leistung und Arbeitsgeschwindigkeit des Verbrennungskraftmotors 1 leicht steuern. Zusätzlich kann auch der Druck verändert werden, mit dem die Arbeitsräume befüllt und gespült werden. Der Ladedruck sollte bei jedem Betriebszustand so hoch sein, daß das Entstehen von Unterdruck in jedem Arbeitsraum vermieden wird.

Es können mehrere Zylinder des Verbrennungsmotors 1 in Reihen-, Stern- oder Boxeranordnung vorgesehen werden, wobei jede Einheit bei jedem Kolbenhub einen Arbeitstakt leistet. Die Zylinderlaufbuchse 3 kann mit Wasser oder mit einer Druckumlaufschmierung gekühlt werden, wobei (nicht dargestellt) auch in den Gehäuseendscheiben 4 oder in den Zylinderköpfen 5, 6 Kühlkanäle vorgesehen sein können. Die Schmierung der Kolbenringe 34 und der Kolbenstange 13 in den Gehäuseendscheiben 4 kann auf herkömmliche Weise, z. B. mit Drucköl erfolgen.

Aus den Fig. 3, 4 und 5 ist ein Getriebe 31 zu entnehmen, das mit dem Verbrennungsmotor 1 in der in Fig. 2 angedeuteten Weise gekoppelt sein kann. Das Getriebe 31 der Fig. 3, 4 und 5 ist jedoch auch zur Verwendung bei anderen Verbrennungsmotoren oder Antrieben mit einer hin- und hergehenden Antriebsbewegung in gleicher Weise brauchbar, da es auf universelle Weise die Umsetzung einer hin- und hergehenden Bewegung in eine Drehbewegung gestattet.

Das Getriebe 31 ist durch eine Kupplung 37 mit einem Anschlußteil 36 eines hin- und hergehenden, nicht dargestellten Elementes, beispielsweise der Kolbenstange 13 des Verbrennungsmotors 1 der Fig. 1 und 2, gekoppelt. Es enthält einen ebenen Zahnträger 38, der durch die Kupplung 37 mit dem Anschlußteil 36 derart verbunden ist, daß er relativ zur hin- und hergehenden Bewegung des Anschlußteils 36 in Richtung eines Doppelpfeils 39 quer nach beiden Seiten versetzbar ist und dabei auch eine Schwenkbewegung in Richtung eines Doppelpfeils 41 um eine Achse 40 auszuführen vermag. Der Zahnträger 38 nimmt ein Zähne tragendes Ritzel 42 auf, das auf der Abtriebswelle 32 befestigt ist. Die Abtriebswelle 32 ist (Fig. 4) in Lagern 68 in einem Gehäuse 43 drehbar gelagert, das den Zahnträger 38 umgibt und auch zwei Führungseinrichtungen 44 für den Zahnträger 38 aufweist.

Der Zahnträger 38 ist aus zwei zueinander parallelen, mit ihren Zähnen zueinander weisenden, geraden Zahnstangenabschnitten 45 und 46 sowie aus die Enden der Zahnstangenabschnitte 45, 46 miteinander verbindenden Zahnbögen 47 zusammengesetzt, wobei jeweils die



Mitte  $M$  jedes Zahnbogens 47 in der Mitte des Abstandes zwischen den Zahnstangenabschnitten 45, 46 liegt. Das Ritzel 42, die Zahnstangenabschnitte 45, 46 und die Zahnbögen 47 tragen Normzähne. Der Kopfabstand  $KA$  zwischen den Zahnstangenabschnitten 45, 46 ist kleiner als der Kopfkreisdurchmesser  $K$  des Ritzels 42. Der Kopfkreisdurchmesser  $K$  des Ritzels ist allerdings kleiner als die Differenz aus dem Fußabstand  $F$  zwischen den Zahnstangenabschnitten abzüglich der Eingriffstiefe  $E$  bzw. der Zahnhöhe  $Z$ . Nur die im jeweiligen Übergangsbereich von einem Zahnstangenabschnitt 45, 46 zu einem Zahnbogen 47 vorliegenden Zähne 48 sind hinsichtlich ihrer Kopfbreite  $KB$  gegenüber den Normzähnen abgemagert. Mit den vorerwähnten Maßverhältnissen und Maßnahmen wird erreicht, daß wenn das Ritzel 42 mit einem Zahnbogen 47 zu kämmen beginnt, für einen Moment ein Eingriff mit einem oberen Zahn 48 und dem gegenüberliegenden unteren Zahn 48 herrscht, welcher Eingriff sich dann vom einen Zahn 48 sofort löst, wenn das Ritzel 42 sich dem Zahnbogen 47 entlang dreht. Damit wird sichergestellt, daß das Ritzel 42 zu keinem Zeitpunkt seinen Eingriff mit der Verzahnung des Zahnträgers 38 lösen kann, d. h. auch nicht in einem Totpunkt des Doppelkolbens 8, in dem dieser seine Bewegungsrichtung umkehrt. Die Abmagerung der Kopfbreite  $KB$  des Übergangszahnes hat den Effekt, daß beim Lösen des Eingriffs an einer Seite des Ritzels 42 keine Kollision eintritt.

An jeder längsverlaufenden Außenseite des Zahnträgers 38 ist eine ebene Laufbahn 49 vorgesehen (s. auch Fig. 4), die an beiden Enden in eine Rampe 50 übergeführt ist, die gekrümmt oder schräg in Richtung zur Längsmittelachse des Zahnträgers 38 hin verläuft.

Der Zahnträger 38 besitzt an einem Ende einen Fortsatz (s. auch Fig. 5) 51, der zwischen Endlaschen 36a, 36b des Anschlußteiles 36 eingreift. Die dort vorgesehene Kupplung 37 besteht aus einem quer zur Längsrichtung des Zahnträgers 38 verlaufenden Führungsschlitz 52 von etwa rechteckiger Gestalt, in dem ein quaderförmiger Gleitstein 53 sitzt, dessen Länge geringer ist als die Länge des Führungsschlitzes 52. Den Gleitstein 53 durchsetzt ein Drehzapfen 54, dessen Enden im Anschlußteil 36 in Gleitbuchsen 56 drehbar gelagert sind und durch Deckel 55 abgedeckt werden. Die Achse des Drehzapfens 54 ist die Achse 40, um die der Zahnträger 38 relativ zum Anschlußteil 36 in Richtung des Doppelpfeiles 41 verschwenkbar ist. Die gleitende Beweglichkeit des Gleitsteines 53 im Führungsschlitz 52 gestattet dem Zahnträger 38 eine quer zur Bewegungsrichtung des Anschlußteiles 36 gerichtete Versetzbewegung nach beiden Seiten.

Jede Führungseinrichtung 44 enthält einen am Gehäuse 43 befestigten Lagerbock 57 für eine Achse 58, an der ein Schwinghebel 59 schwenkbar gelagert ist, der an seinem freien Ende ein Führungsglied 60, z. B. in Form einer mit einem Kugellager 67 gelagerten Rolle 61, trägt. Der Schwinghebel 49 wird durch eine Feder 62, die in einem Widerlager 63 abgestützt ist, in Richtung auf einen gehäusefesten Anschlag 64 beaufschlagt, der eine annähernd vertikal zur Längsmittelachse des Zahnträgers 38 liegende Position des Schwinghebels 59 begrenzt. In der Gegenrichtung kann der Schwinghebel 59 gegen die Kraft der Feder 62 ausschlagen. Die Anschläge 64 für die beiden Schwinghebel 59 sind einander entgegengesetzt angeordnet, so daß die beiden Schwinghebel 59 zueinander gegensinnig verschwenkbar und abstützbar sind. Jeder Schwinghebel 59 nimmt bei Anlage an seinem Anschlag 64 eine Abstützstellung

ein, während er in verschwenkter Position eine Passivstellung beibehält. Die Führungsglieder 60 liegen ständig an den Laufbahnen 49 bzw. an den Umkehrpunkten des Zahnträgers 38 an den Rampen 50 an. Die beiden Schwinghebel vertauschen bei der hin- und hergehenden Bewegung des Zahnträgers 38 jeweils ihre Abstütz- und Passivstellungen.

Zur Längsführung des Anschlußteiles 36 ist dieses beispielsweise mit oberseitigen Führungskeilen 65 ausgestattet, die in Längsführungen 66 eingreifen, die mit dem Gehäuse 43 baulich vereinigt sein können.

Denkbar ist es, auch das freie Ende des Zahnträgers 38 zu führen.

Das Getriebe 31 arbeitet wie folgt:

Vorausgesetzt, daß in Fig. 3 der Zahnträger 38 in Richtung eines Pfeiles 67 verschoben wird, liegt der eine Schwinghebel 59 an seinem in Richtung des Pfeiles 67 dahinterliegenden Anschlag 64 an und stützt den Zahnträger 38 beim Eingriff des Ritzels 42 mit den Zähnen des Zahnstangenabschnittes 45 ab. Durch die Bewegung des Zahnträgers 38 wird das Ritzel 42 und damit die Abtriebswelle gedreht. Gegen Ende der Bewegung in Richtung des Pfeiles 67 beginnt das Ritzel 42 in den der Kupplung 37 zugewandten Zahnbogen 47 einzugreifen, wobei gleichzeitig das Führungsglied 60 in den Bereich der Rampe 50 kommt. Infolge der Eingriffsbewegung zwischen dem Ritzel 42 und dem Zahnbogen 47 wird der Zahnträger 38 in Richtung eines Pfeiles 68 quer versetzt, was durch eine entsprechende Gleitbewegung des Gleitsteins 53 im Führungsschlitz 52 und ein gleichzeitiges Verschwenken um den Drehzapfen 54 möglich ist. Wenn sich die Achse der Abtriebswelle 32 mit der Längsmittelachse des Zahnträgers 38 deckt, steht das Ritzel 42 gleichzeitig mit beiden Übergangszähnen 48 in Eingriff. Bei der weiteren Versetzbewegung des Zahnträgers 38 greifen die Zähne des Ritzels 42 in die Zähne des Zahnbogens 47 ein, wobei der Eingriff mit dem in Fig. 3 mit dem Bezug 48 angedeuteten Übergangszahn aufgehoben wird und sich das Ritzel 42 am Zahnbogen 47 abwälzt. Für die Versetzbewegung des Zahnträgers 38 ist dessen aus der Bewegung resultierende Massenkraft einerseits sowie die Kraft des Schwungelementes 33 (Fig. 1) andererseits verantwortlich. Dem auf der Rampe 50 aufstehenden Führungsglied 60 wird durch die Versetzkraft des Zahnträgers 38 und die Schräge der Rampe 50 eine schräg geneigte Kraft aufgezwungen, die zum Verschwenken des Schwinghebels 59 gegen die Kraft der Feder 62 in die Passivstellung führt. Gleichzeitig kann die Feder 62 den anderen Schwinghebel 59 aus seiner Passivstellung in die Abstützstellung am Anschlag 64 ziehen, so daß dann, wenn das Ritzel 42 mit den Zähnen des Zahnstangenabschnittes 46 zu kämmen beginnt, hier wieder eine einwandfreie Abstützung des Zahnträgers gegen Querkraft vorliegt. Der Zahnträger 38 hat dann seine Bewegungsrichtung umgekehrt und bewegt sich in Richtung eines Pfeiles 69, bis schließlich das Führungsglied 60 des anderen Schwinghebels 59 auf der der Kupplung 37 abgewandten Rampe 50 angelangt ist und das Ritzel 42 wiederum beginnt, dem der Kupplung 37 abgewandten Zahnbogen 47 entlang zu laufen. Danach führt der Zahnträger 38 eine Querversetzbewegung in Richtung eines Pfeiles 70 aus, bei der der bisher in der Abstützstellung stehende Schwinghebel 59 wieder in seine Passivstellung verschwenkt wird, während der andere Schwinghebel 59 aus seiner Passivstellung durch die Kraft der Feder 62 bis zum Anschlag 64 verschwenkt wird und seine neuerliche Abstützstellung einnimmt. Nach der Bewegungsumkehr fährt der Zahnträ-

ger 38 wiederum in Richtung eines Pfeiles 67, wobei das Ritzel 42 mit dem Zahnstangenabschnitt 45 kämmt und der Zahnträger 38 erneut an der Führungseinrichtung 44 abgestützt ist. Es ergibt sich auf diese Weise eine geführte Versetzbewegung des hin- und herbewegten Zahnträgers 38, aus der eine Drehbewegung der Abtriebswelle 32 abgeleitet wird. Selbst wenn der Verbrennungsmotor 1 gemäß den Fig. 1 und 2 so zum Stillstand gelangt, daß die Achse der Abtriebswelle 32 gerade in der Längsmittelachse des Zahnträgers 38 liegt, ist ein neuerliches Starten des Verbrennungsmotors 1 durch eine übliche Andrehvorrichtung an der Abtriebswelle 32 möglich, weil in diesem Moment ein beidseitiger Eingriff zwischen dem Ritzel 42 und den beiden Übergangszähnen 48 vorliegt und das Ritzel 42 sich nicht leer durchdrehen kann.

Im Gehäuse 43 könnten auch Seitenführungseinrichtungen für den Zahnträger 38 vorgesehen sein. Denkbar ist ferner andere Führungseinrichtungen als die Führungseinrichtungen 44 vorzusehen, die dafür sorgen, daß die Reaktionskräfte aus dem Zahneingriff eine unerwünschte Versetzbewegung des Zahnträgers 38 erzeugen. Denkbar wäre ferner eine von einem geraden Verlauf der Zahnstangenabschnitte 45, 46 abweichende Form, z. B. in bezug auf die Längsmittelachse des Zahnträgers 38 konvex oder konkav gekrümmt. Der Zahnträger 38 könnte auch in seiner Längsmittelachse geteilt ausgebildet sein, was seine Herstellung vereinfacht. Die Führungsglieder 60 könnten auch durch schwenkbare Kufen mit einer Gleitbeschichtung gebildet werden.

35

40

45

50

55

60

65



Nummer:  
Int. Cl.4:  
Anmeldetag:  
Offenlegungstag:

36 07 421  
F 02 B 25/00  
6. März 1986  
10. September 1987

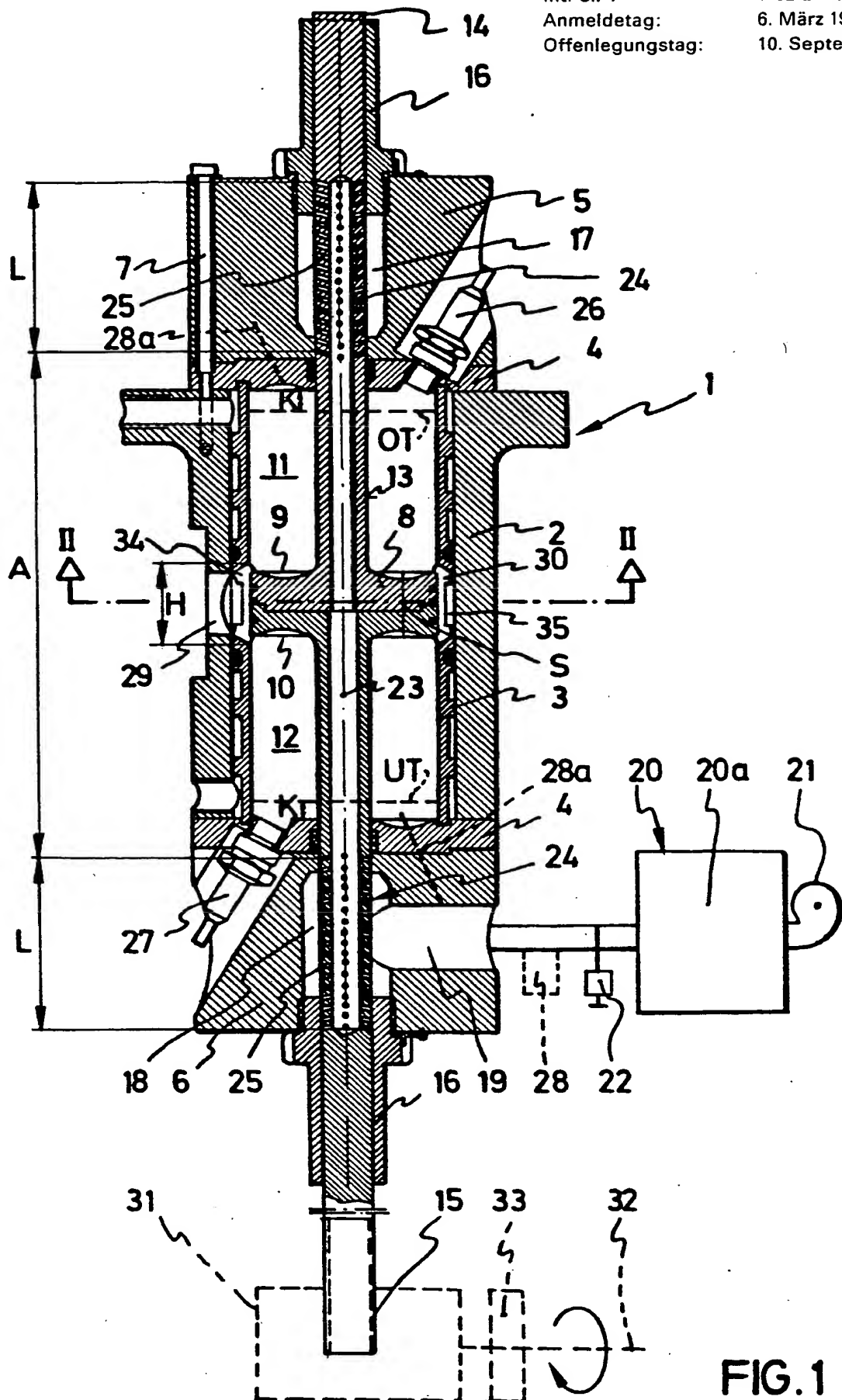


FIG. 1

ORIGINAL INSPECTED

08-03-05

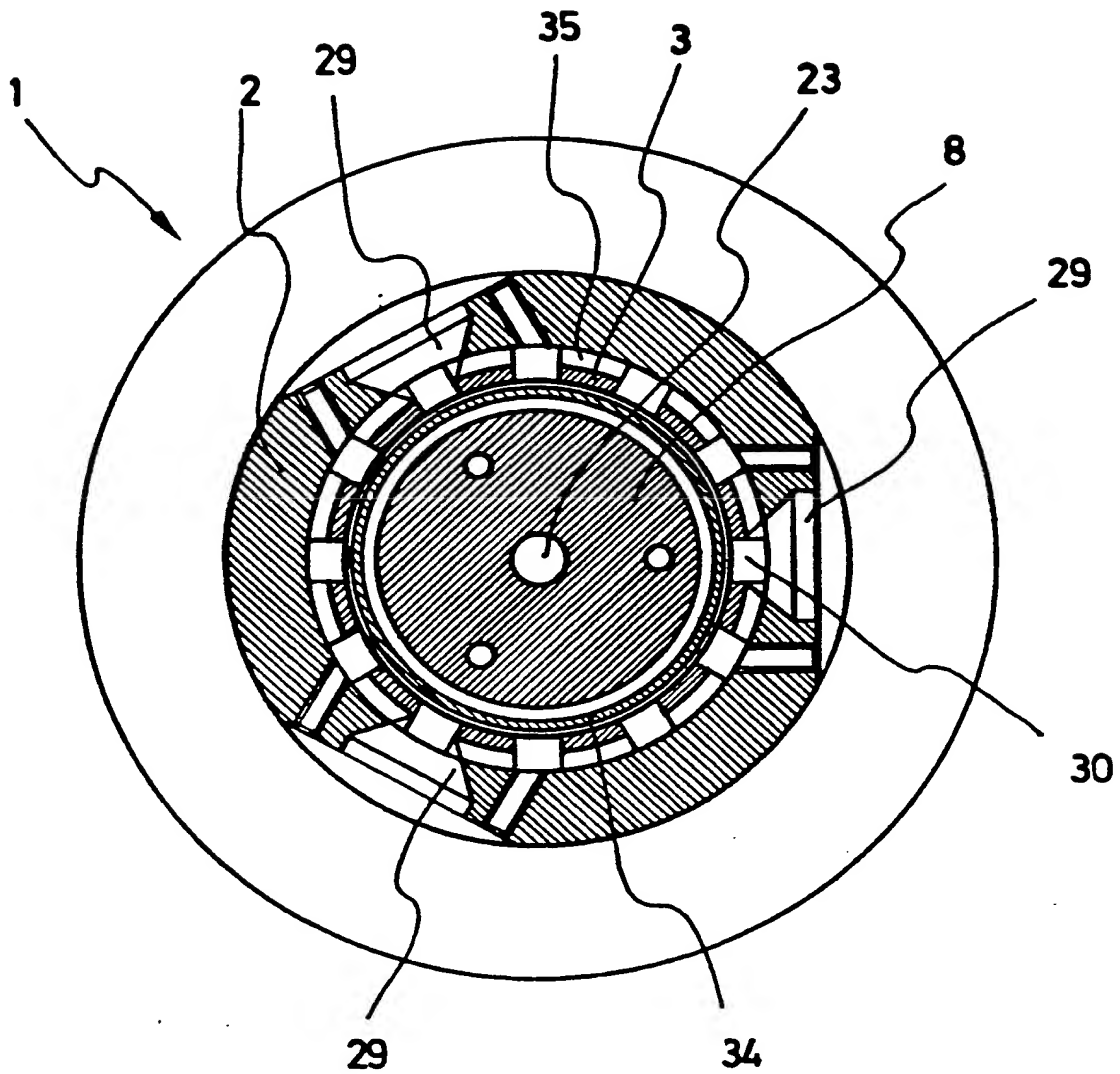


FIG. 2

ORIGINAL INSPECTED

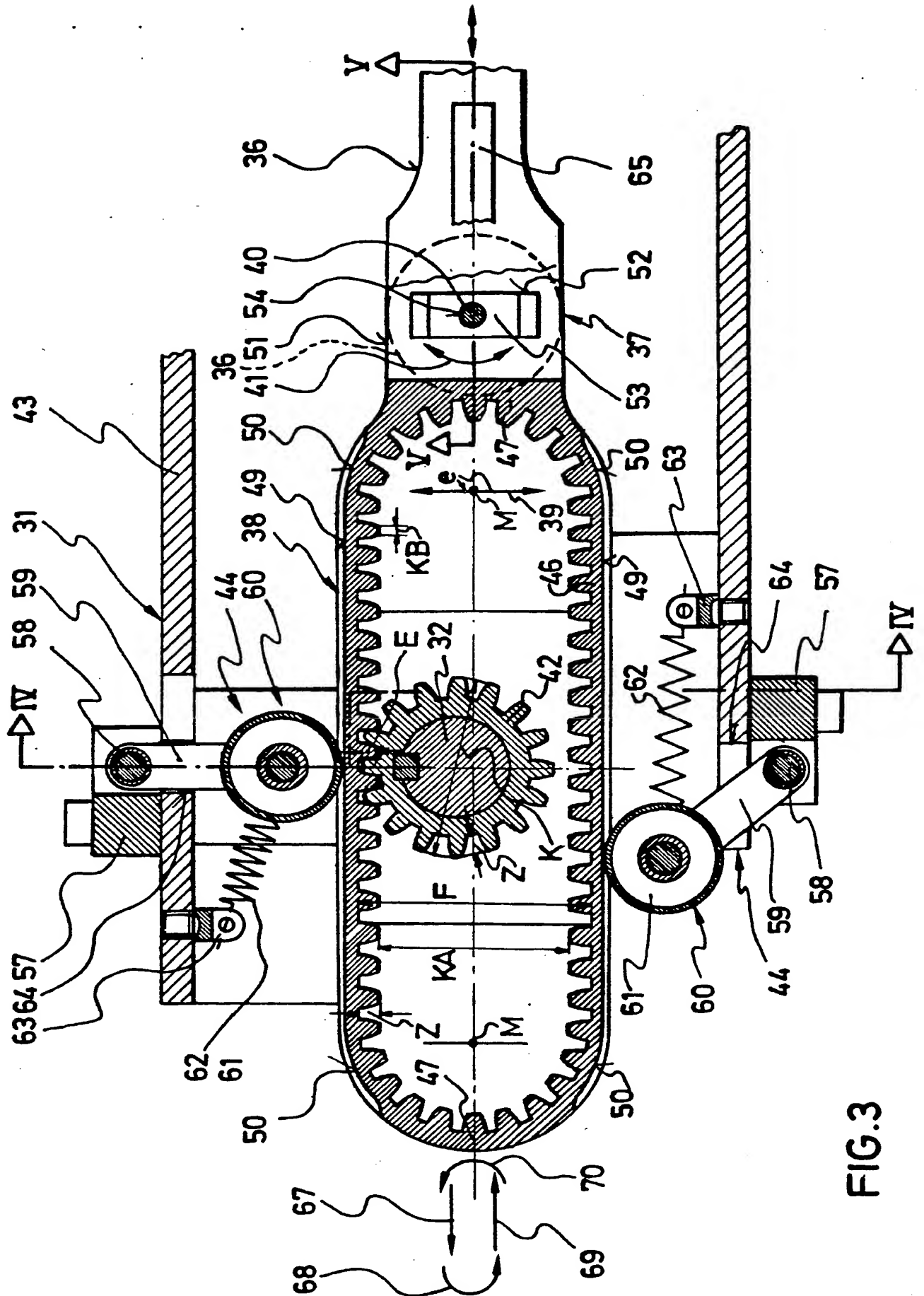


FIG. 3

08.03.84

